

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-139444

(43)Date of publication of application : 23.05.2000

(51)Int.Cl. C12M 1/00

A01K 61/00

B01D 53/62

C12M 1/04

(21)Application number : 10-315211 (71)Applicant : ISHIKAWAJIMA HARIMA

HEAVY IND CO LTD
MARINE BIOTECHNOL
INST CO LTD
RESEARCH INSTITUTE
OF INNOVATIVE
TECHNOLOGY FOR THE
EARTH

(22)Date of filing : 05.11.1998 (72)Inventor : OTSUKI TOSHI
KURANO NORIHIDE

(54) APPARATUS FOR CULTURING ALGAE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an apparatus for culturing algae capable of utilizing both direct transmitting light and scattered light and increasing the amount of a culture solution per unit area at a lower cost.

SOLUTION: This apparatus 1 for culturing algae is equipped with plural reactor modules 6 for culturing microalgae in a culture solution L. The reactor modules 6 are mutually separated and supported in a parallel state and each of the reactor modules 6 has each pair of transparent plates 8 forming culture spaces K for the microalgae between the mutual plates 8 and framelike supporting members 9, 10 and 11 for supporting the peripheral parts of each pair of the transparent plates 8 in a hermetically sealed state so that the culture solution L and a gas G containing gaseous carbon dioxide can be made to flow in the culture spaces K. The plural reactor modules 6 are stood to separate the mutual transparent plates 8 in the parallel state.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application
other than the examiner's decision of
rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the algae culture apparatus equipped with two or more reactor modules which cultivate detailed algae in culture medium. Said reactor module The transparence plate of the couple which forms the culture space of said detailed algae while making a parallel condition estrange mutually and being supported, and it is mutual, Said culture space is equipped with the supporter material of the shape of a frame which supports the periphery section of the transparence plate of said couple in the sealing condition possible [a negotiation / gas / containing said culture medium and carbon dioxide gas]. Said two or more reactor modules The algae culture apparatus characterized by making a parallel condition estrange said mutual transparence plate, and being set up.

[Claim 2] It is the algae culture apparatus characterized by forming said transparence plate with plastic material or glass in an algae culture apparatus according to claim 1.

[Claim 3] The algae culture apparatus characterized by arranging in the interstitial segment of the transparence plate of said couple the temperature pondage flow conduit to which cooling water or warm water can circulate along

with a transparence plate in an algae culture apparatus according to claim 1 or 2.

[Claim 4] It is the algae culture apparatus characterized by forming said temperature pondage flow conduit by the transparent material in an algae culture apparatus according to claim 3.

[Claim 5] The algae culture apparatus characterized by setting to an algae culture apparatus according to claim 3, and forming in the interior of said supporter material the culture medium passage and the gas passageway which supply and discharge said culture medium and said gas to said culture space, respectively, and the temperature pondage passage which is connected to said temperature pondage flow conduit, and supplies and discharges said cooling water or said warm water to this temperature pondage flow conduit.

[Claim 6] The algae culture apparatus characterized by inserting the gas supply line which supplies said gas to this culture medium passage in an algae culture apparatus according to claim 5 into said culture medium passage which supplies said culture medium to said culture space.

[Claim 7] It is the algae culture apparatus characterized by for the transparence plate and said supporter material of said couple ****ing in an algae culture apparatus given in either of claims 1-6, and fixing the stop or the clamp mutually.

[Claim 8] It is the algae culture apparatus characterized by being installed on the floor line where said two or more reactor modules were painted by the color of a white system in the algae culture apparatus given in either of claims 1-7.

[Claim 9] It is the algae culture apparatus which said reactor module is made into the inclined plane where the inner base inclines caudad toward a part for a center section in an algae culture apparatus given in either of claims 1-8, and is characterized by setting up the supporter material of the shape of said frame so that said gas may be supplied to said culture space from a part for said center section.

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention cultivates detailed algae in culture medium, and relates to the algae culture apparatus which can remove the carbon dioxide gas in exhaust gas by the photosynthesis function.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the photosynthesis function of detailed algae, such as chlorella, is used, CO₂ (carbon dioxide) contained in exhaust gas, such as an electric power plant, is fixed to a frond, and the algae culture apparatus as a biological CO₂ fixed system which removes from exhaust gas and uses the propagated frond effectively is devised.

[0003] The following two are typical although there are many molds in the conventional algae culture apparatus.

**** Direct light-receiving mold :** it is called an opening pond and depth of water touches air by the oil level shallowly (15-30cm) with the round shape or the ellipse. Both ***** and scattered light can be used and it is put in practical use by culture of chlorella.

**** A condensing mold :** condense sunlight by the lens or the mirror and irradiate light in the reactor which cultivates detailed algae with an optical fiber.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the following technical problems were left behind in the above-mentioned conventional algae culture apparatus. That is, in the case of the above-mentioned **, although both ***** and scattered light are used, vast plottage is needed superficially and there is a fault that the dilution and temperature control of culture medium by mixing of the contamination from a perimeter and the rainfall cannot be performed for atmospheric-air disconnection. Moreover, there was also inconvenience that depth of water could not be set up deeply, from the need of letting light pass. Moreover, in the case of the above-mentioned **, since ***** of sunlight is condensed, there is a problem that only this ***** can be used. That is, although there were ***** and the scattered light in the time of fine weather, there was only the scattered light in case of a clouded sky and rainy weather, and in the condensing mold, this scattered light could not be used but it was greatly affected by the weather. Moreover, in order to introduce the light which condensed in a reactor, the large sum fiber-optic cable was needed.

[0005] This invention was made in view of the above-mentioned technical problem, can use both ***** and scattered light, can make [many] the amount of culture medium per unit area, and aims at offering a still cheaper algae culture apparatus.

[0006]

[Means for Solving the Problem] The following configurations were used for this invention in order to solve said technical problem. namely, in an algae culture apparatus according to claim 1 It is the algae culture apparatus equipped with two or more reactor modules which cultivate detailed algae in culture medium. Said reactor module The transparence plate of the couple which forms the culture space of said detailed algae while making a parallel condition estrange mutually and being supported, and it is mutual, Said culture space is equipped with the supporter material of the shape of a frame which supports the periphery section of the transparence plate of said couple in the sealing condition possible

[a negotiation / gas / containing said culture medium and carbon dioxide gas], and the technique which said two or more reactor modules make a parallel condition estrange said mutual transparence plate, and is set up is adopted.

[0007] The transparence plate of the couple which forms the culture space of detailed algae while a reactor module makes a parallel condition estrange mutually, and is supported in this algae culture apparatus, and it is mutual, Since equip culture space with the supporter material of the shape of a frame which supports the periphery section of the transparence plate of a couple in the sealing condition possible [a negotiation / gas / containing culture medium and carbon dioxide gas], two or more reactor modules make a parallel condition estrange a mutual transparence plate and it is set up ***** and the scattered light penetrate a transparence plate from between each reactor module, and incidence is carried out into culture space and photosynthesis by algae, i.e., immobilization of carbon dioxide gas, is performed in the culture space to which culture medium and gas were supplied. Moreover, since a reactor module is sealing structure, mixing of the contamination into culture medium etc. is prevented.

[0008] In an algae culture apparatus according to claim 2, the technique in which said transparence plate is formed with plastic material or glass is adopted in an algae culture apparatus according to claim 1.

[0009] Since the transparence plate is formed with plastic material or glass, while there is moderate reinforcement, it can constitute from this algae culture apparatus cheaply.

[0010] In an algae culture apparatus according to claim 3, the technique in which the temperature pondage flow conduit to which cooling water or warm water can circulate is arranged along with the transparence plate is adopted as the interstitial segment of the transparence plate of said couple in an algae culture apparatus according to claim 1 or 2.

[0011] In this algae culture apparatus, since the temperature pondage flow conduit to which cooling water or warm water can circulate is arranged in the

interstitial segment of the transparence plate of a couple along with the transparence plate, if the culture medium in surrounding culture space can be cooled if cooling water is poured to this temperature pondage flow conduit, and warm water is poured to a temperature pondage flow conduit, culture medium can be warmed.

[0012] In an algae culture apparatus according to claim 4, the technique in which said temperature pondage flow conduit is formed by the transparent material is adopted in an algae culture apparatus according to claim 3.

[0013] In this algae culture apparatus, since the temperature pondage flow conduit is formed by the transparent material, transparency of a temperature pondage flow conduit is possible for the light by which incidence was carried out, and light is not interrupted by the temperature pondage flow conduit.

[0014] In an algae culture apparatus according to claim 5, it sets to an algae culture apparatus according to claim 3, and the technique in which the culture medium passage and the gas passageway which supply and discharge said culture medium and said gas to said culture space, respectively, and the temperature pondage passage which is connected to said temperature pondage flow conduit, and supplies and discharges said cooling water or said warm water to this temperature pondage flow conduit are formed is adopted as the interior of said supporter material.

[0015] In this algae culture apparatus, since the culture medium passage and the gas passageway which supply and discharge culture medium and said gas to culture space, respectively, and the temperature pondage passage which is connected to a temperature pondage flow conduit, and supplies and discharges cooling water or warm water to this temperature pondage flow conduit are formed in the interior of supporter material, it is enabled for supporter material to serve as manifold structure and to have the function of piping and a load member, and it becomes miniaturizable. Moreover, external piping to expose can be reduced.

[0016] In an algae culture apparatus according to claim 6, the technique in which the gas supply line which supplies said gas to this culture medium passage is

inserted is adopted in an algae culture apparatus according to claim 5 in said culture medium passage which supplies said culture medium to said culture space.

[0017] With this algae culture apparatus, since the gas supply line which supplies said gas to this culture medium passage is inserted into the culture medium passage which supplies culture medium to culture space, gas is supplied from a gas supply line in culture medium passage, and where gas is distributed in culture medium, culture space is supplied. Moreover, even if a gas supply line starts loading etc., drawing out of tubing and insertion become easy.

[0018] In an algae culture apparatus according to claim 7, the technique which the transperence plate and said supporter material of said couple ****, and is being mutually fixed by the stop or the clamp is adopted in an algae culture apparatus given in either of claims 1-6.

[0019] Since the transperence plate and supporter material of a couple **** and the stop or the clamp is mutually fixed in this algae culture apparatus, while decomposition and assembly become easy, compared with the case where adhesives are used, there is almost no degradation by secular change of the adhesives with which ultraviolet rays etc. become a cause.

[0020] In an algae culture apparatus according to claim 8, the technique currently installed on the floor line where said two or more reactor modules were painted by the color of a white system is adopted in an algae culture apparatus given in either of claims 1-7.

[0021] Since two or more reactor modules are installed on the floor line painted by the color of a white system, light can be efficiently reflected and scattered from a floor line, and this scattered light can also be made to introduce in a reactor module in this algae culture apparatus.

[0022] In an algae culture apparatus according to claim 9, in an algae culture apparatus given in either of claims 1-8, said reactor module is made into the inclined plane where the inner base inclines caudad toward a part for a center section, and the technique set up so that the supporter material of the shape of

said frame may supply said gas to said culture space from a part for said center section is adopted.

[0023] Since it considers as the inclined plane where the inner base of a reactor module inclines caudad toward a part for a center section in this algae culture apparatus, and frame-like supporter material is set up so that gas may be supplied to culture space from a part for said center section Even if it stops supply of gas and a frond precipitates, while becoming easy to gather for a part for the center section which becomes the bottom by dip at said base of inner, when gas supply is begun again, a frond tends to surface again by supply of the gas from a part for said center section. Moreover, a frond can be agitated over the whole culture space.

[0024]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the 1st operation gestalt of the algae culture apparatus concerning this invention is explained, referring to drawing 10 from drawing 1 . If shown in these drawings, in the sign 1, an algae culture apparatus and 2 show a turbine building, and 3 shows the reactor unit.

[0025] Drawing 1 and drawing 2 show an example of arrangement at the time of applying the algae culture apparatus 1 of this operation gestalt to the turbine building 2 roof of an electric power plant, two or more reactor units 3 are arranged, and the algae culture apparatus 1 is constituted. In addition, two or more turbine building ventilation fans 4 and culture-medium recycle tubs 5 are installed in the turbine building 2 roof in addition to reactor unit 3.

[0026] Said reactor unit 3 consists of support frames 7 supported by the flank while laying two or more reactor modules 6 (this operation gestalt 14 modules) which a parallel condition is made to estrange mutually and are set up, and these reactor modules 6 on floor line 7a, as shown in drawing 3 and drawing 4 R> 4. It is set as a predetermined distance which has few objects for disadvantageous [of light] as much as possible by the mutual shadow, spacing of each reactor module 6 taking space efficiency into consideration, and can carry out incidence of the light efficiently.

[0027] The transparence plates 8 and 8 of the couple which forms [as said reactor module 6 is shown in drawing 7 R> 7 from drawing 5 ,] the culture space K of detailed algae while making a parallel condition estrange mutually and being supported, and it is mutual, The lower manifold 9, the flank manifold 10, and the up manifold 11 (frame-like supporter material) which support the periphery section of the transparence plates 8 and 8 of a couple in the sealing condition possible [a negotiation / gas / G / which contains culture medium L and the exhaust gas of an electric power plant i.e., carbon dioxide gas, in the culture space K], It was arranged in the interstitial segment of the transparence plates 8 and 8 of a couple along with the transparence plate 8, and has the temperature pondage flow conduit 12 to which cooling water W or warm water W can circulate.

[0028] With the bolt 13 penetrated after the transparence plates 8 and 8, the lower manifold 9, the flank manifold 10, and the up manifold 11 of a couple have combined these, respectively, and the nut 14 screwed on this bolt 13, the screw stop of each manifold is carried out to the shape of a frame, and it is assembled. Moreover, the temperature pondage flow conduit 12 is in the condition inserted in the support slots 9a, 10a, and 11a where the periphery section was formed in the lower manifold 9, the flank manifold 10, and the up manifold 11, respectively, and it is supported so that culture space K may be carried out for 2 minutes.

[0029] furthermore, to the lower manifold 9, the flank manifold 10, and the up manifold 11 The periphery section of the transparence plate 8 and the temperature pondage flow conduit 12 is met. Slot 9for seals b, 10b and 11b are formed, respectively, O ring 15 is built into the pinching condition between the slots 9b, 10b, and 11b for these seals, the transparence plate 8, and the temperature pondage flow conduit 12, and the culture space K and the temperature pondage flow conduit 12 are changed into the sealing condition.

[0030] The transparence plates 8 and 8 of said couple have reinforcement, it is lightweight and the plate made from a polycarbonate which penetrates light is used. In addition, as other construction material of a transparence plate, other plastics and glass plates, such as an acrylic board, may be applied. Like the

transparence plate 8, said temperature pondage flow conduit 12 is formed by the transparent polycarbonate, and as shown in drawing 7 , it serves as a double structure hollow plate by two or more batch section 12a. In addition, thickness is thinly formed from the transparence plate 8, and the temperature pondage flow conduit 12 is set up so that the heat transfer effectiveness may become large.

[0031] As said lower manifold 9 is shown in (b) of drawing 6 , culture medium supply passage (culture medium passage) 9c of the couple which is connected to the interior in the culture space K, and supplies culture medium L to this culture space K is formed. The gas supply line (gas passageway) 16 which supplies Gas G to such culture medium supply passage 9c is inserted, respectively, and it has double tubing composition, and from the micropore formed in this gas supply line 16, Gas G spouts in culture medium supply passage 9c, and Gas G is supplied to the culture space K with culture medium L. Moreover, 9d of temperature pondage supply passage which the lower manifold 9 is connected to the temperature pondage flow conduit 12 to the interior, and supplies cooling water W or warm water W to this temperature pondage flow conduit 12 is formed.

[0032] As are shown in (a) of drawing 7 , and it is indicated in (b) of drawing 7 as gas blowdown passage 10c which makes the gas G in the culture space K discharge, it connects with the culture space K and, as for said flank manifold 10, 10d of culture medium blowdown passage which makes the culture medium L overflowed in the culture space K discharge is formed in the interior, respectively.

[0033] As said up manifold 11 is shown in (a) of drawing 6 , temperature pondage blowdown passage 11c which it connects [c] with the temperature pondage flow conduit 12, and makes cooling water W or warm water W discharge from this temperature pondage flow conduit 12 is formed in the interior.

[0034] As for said support frame 7, the floor line 7a is painted in white (color of a white system). In addition, the coating (for example, thing used for the display of the zebra zone of an ordinary road) which may be made into the color of other white systems, for example, reflects irregularly may be used for floor line 7a.

moreover -- as said detailed algae -- the bottom of strong light -- optical inhibition

-- a lifting -- being hard -- ** -- **** carried out -- "Synechocystis (SHINEKOKI Stith)" which is a kind with that right is used as an example.

[0035] By the reactor module 6 of this algae culture apparatus 1, after culture medium L is supplied to two culture space K which is in the both sides of the temperature pondage flow conduit 12 from culture medium supply passage 9c and culture of a frond is presented with it, a part to have overflowed is discharged from 10d of culture medium blowdown passage. Moreover, distributed supply is carried out into culture medium supply passage 9c from a gas supply line 16, and Gas G is supplied to the culture space K with culture medium L. At this time, CO₂ component in Gas G is fixed by photosynthesis by the frond in culture medium L by carrying out incidence of ***** and the scattered light from the perimeter of the transparence plate 8. Since the culture space K is formed in the both sides of the temperature pondage flow conduit 12 at this time, the absorption-of-light effectiveness from the outside can be enlarged. Then, the processed gas G is discharged outside by gas blowdown passage 10c.

[0036] Moreover, cooling water W or warm water W is supplied from the lower part in the temperature pondage flow conduit 12 by 9d of temperature pondage supply passage, and after it carries out heat exchange between the surrounding culture medium L while it circulates this temperature pondage flow conduit 12, it is discharged from upside temperature pondage blowdown passage 11c.

[0037] As shown in drawing 1, drawing 2, and drawing 8, this algae culture apparatus 1 considered two or more reactor units 3 (this operation gestalt 17 units) as one block 20, and has managed two or more blocks 20 (this operation gestalt 34 blocks) as a whole. Drawing 8 illustrates the flow of culture medium L as a system of the algae culture apparatus 1 whole, the main 21 of culture medium L and each block 20 are connected through the branch pipe 22 which branched from the main 21, and, as for each block 20, the culture-medium recycle tub 5 is connected to the blowdown side of culture medium L.

[0038] The culture-medium recycle tub 5 is connected to the culture-medium circulating pump 23 which returns culture medium L to a branch pipe 22, and this

culture-medium circulating pump 23 is connected to the branch pipe 22 through the communication trunk 24. Moreover, the change-over valve 26 which supplies culture medium L to a centrifugal separator 25 is formed in this communication trunk 24 on the way. That is, the fresh culture medium L flows from a main 21 to each block 20 through a branch pipe 22, and by the so-called culture approach of a TABIDO stud method, the culture medium L sent to each block 20 is set up so that the frond concentration in culture medium L may be kept constant every block 20.

[0039] In this system, once the culture medium L fresh to block 20 is prepared, culture medium L will be circulated between block 20 and the culture-medium recycle tub 5 after that. In the culture-medium recycle tub 5, if turbidity meter 5a always detects by making frond concentration after frond growth into turbidity and it becomes predetermined concentration (for example, 2 g/l), a change-over valve 26 will be operated, the one half of culture medium L will be drawn out, and a centrifugal separator 25 will be supplied. Solid liquid separation of the drawn-out culture medium L is carried out in latter centrifugal-separator 25 grade, and fronds are collected. Then, tales-doses makeup of the fresh culture medium L is carried out with the amount of drawing out, and culture, i.e., CO₂ fixed processing, is resumed. With this algae culture apparatus 1, immobilization of CO₂ of about 100 gCO(s)²/m² and d is obtained for CO₂ concentration in exhaust gas G per installation area at 40 degrees C whenever [solution temperature] 5 to 10%.

[0040] In addition, since it does not photosynthesize and CO₂ is not fixed as an example of other operations at night, supply of gas and circulation of culture medium may reduce one [both or] flow rate as much as possible.

[0041] The transparence plates 8 and 8 of a couple with which it forms the culture space K of detailed algae in the algae culture apparatus 1 of this operation gestalt while the reactor module 6 is mutual, The culture space K is equipped with the lower manifold 9, the flank manifold 10, and the lower manifold 9 which support the periphery section of the transparence plates 8 and 8 of a

couple in the sealing condition possible [a negotiation / gas / G / containing culture medium L and carbon dioxide gas]. Since two or more reactor modules 6 make a parallel condition estrange the mutual transparence plate 8 and are set up While being able to penetrate the transparence plate 8 from between each reactor module 6, being able to carry out incidence of ***** and the scattered light into the culture space K and being able to increase substantially the amount of culture medium per unit area By carrying out incidence of the light from the perimeter of the transparence plate 8, photosynthesis by algae, i.e., immobilization of carbon dioxide gas, can be made efficient. Moreover, since the reactor module 6 is sealing structure, mixing of the contamination matter into culture medium L etc. is prevented.

[0042] Furthermore, since the transparence plate 8 is formed with plastic material or a glass plate, there is moderate reinforcement, and while the maintenance of decomposition, assembly, etc. is easy, it can constitute cheaply.

[0043] Moreover, since the temperature pondage flow conduit 12 to which cooling water W or warm water W can circulate is arranged in the interstitial segment of the transparence plates 8 and 8 of a couple along with the transparence plate 8, if the culture medium L in the surrounding culture space K can be cooled if cooling water W is poured to this temperature pondage flow conduit 12, and warm water W is poured to the temperature pondage flow conduit 12, culture medium L can be warmed. Furthermore, since the temperature pondage flow conduit 12 is formed by the transparent material, transparency of the temperature pondage flow conduit 12 is possible for the light by which incidence was carried out, and light is not interrupted by the temperature pondage flow conduit 12.

[0044] Culture medium supply passage 9c, a gas supply line 16, and 9d of temperature pondage supply passage are formed in the lower manifold 9. To the flank manifold 10 Since 10d of culture medium blowdown passage and gas blowdown passage 10c are formed and temperature pondage blowdown passage 11c is further formed in the up manifold 11, each manifold has piping

and the function of a load member, and the whole serves as a compact and it becomes easy [decomposition and assembly]. Moreover, since external piping to expose decreases, while the workspace for a maintenance is securable, appearance nature improves.

[0045] Moreover, since Gas G is supplied from a gas supply line 16 in culture medium supply passage 9c, the gas supply line 16 which supplies Gas G to this culture medium supply passage 9c is inserted into culture medium supply passage 9c and the culture space K is supplied where Gas G is distributed in culture medium L, the reaction effectiveness of Gas G and detailed algae can be raised. Moreover, even if a gas supply line 16 starts loading etc., drawing out of tubing and insertion are easy and it excels in maintenance nature.

[0046] And since the transparence plates 8 and 8 and each manifold of a couple **** and the stop or the clamp is fixed mutually, while decomposition and assembly are easy and maintenance nature becomes good, compared with the case where adhesives are used, there is almost no degradation by the secular change to which ultraviolet rays etc. become a cause. Since two or more reactor modules 6 are installed on floor line 7a painted by the color of a white system, light can be efficiently reflected and scattered from floor line 7a, this scattered light can also be made to be able to introduce in the reactor module 6, and it can use for photosynthesis.

[0047] In addition, since each reactor module 6 is arranged at fixed spacing, it may install an auxiliary LGT between the reactor modules 6. That is, CO₂ is also fixable also to night using a photosynthetic reaction. In this case, the night power from an electric power plant can be used for an auxiliary LGT, and lighting at night enables it to perform CO₂ immobilization by photosynthesis also at night. Moreover, since the system of the algae culture apparatus 1 is installed in the turbine building 2 roof which is the vacant lot of an electric power plant, it is on site and CO₂ which caused warming can be removed.

[0048] Next, the 2nd operation gestalt of the algae culture apparatus concerning this invention is explained, referring to drawing 9 .

[0049] A different point of the 2nd operation gestalt and the 1st operation gestalt To the inner base of the reactor module 6 being formed in the shape of level with the 1st operation gestalt, as shown in drawing 9 The top face of inner base 30a31 of the reactor module 30 of the 2nd operation gestalt, i.e., a lower manifold, is made into the inclined plane of the shape of a cross section of V characters which inclined caudad towards center-section part 30b, and is the point set up so that the culture space K may be supplied from 30b by the center section about Gas G further. That is, with the 2nd operation gestalt, the culture medium supply passage 32 which interpolated the gas supply line (graphic display abbreviation) formed in the lower manifold 31 is arranged so that Gas G may be supplied in the culture space K with culture medium L from center-section part 30b.

[0050] Therefore, in the case of the 1st operation gestalt, since the inner base of the reactor module 6 is a level configuration, for example, when aeration (Gas G and culture medium L supply) is stopped at night, a frond precipitates and aeration is again carried out to a morning etc., there is a possibility that a frond may stop being able to rise to surface easily again due to a location, but Even if it stops supply of Gas G and a frond precipitates by the above-mentioned configuration with the 2nd operation gestalt, while becoming easy to gather for center-section part 30b which becomes the bottom by dip of inner base 30a When gas supply is begun again, a frond soars, supply of the gas G from center-section part 30b and culture medium L distributes, and it rises to surface again. Moreover, by lifting of the gas G from center-section part 30b, the convection current as shown in drawing 9 can arise, and the whole culture space K can be agitated to homogeneity.

[0051] In addition, with this operation gestalt, the include angle theta of said inner base 30a is set as 30 degrees. Moreover, although the cross-section configuration of inner base 30a was made into the shape of V character, as long as it is the inclined plane which inclined caudad towards a part for a center section, you may make it other configurations. For example, you may make it the

shape of a cross section of U characters.

[0052] Next, the 3rd operation gestalt of the algae culture apparatus concerning this invention is explained, referring to drawing 10 and drawing 11 .

[0053] To carrying out the screw stop of the transparence plate 8 and each manifold made from a polycarbonate with a bolt 13 and a nut 14 with the 1st operation gestalt, and fixing mutually, by the 3rd operation gestalt, different points of the 3rd operation gestalt and the 1st operation gestalt differ at the point which is fixing the glass transparence plate 40 and each glass manifold of each other by clamps 41 and 42, as shown in drawing 10 and drawing 11 .

[0054] Namely, with the 3rd operation gestalt, where the transparence plate 40 and each manifold are combined As are shown in (a) of drawing 10 , and (b), and the screw stop of the belt-like clamp 41 is wound and carried out where the transparence plate 40 is inserted into the side face of the lower manifold 43 and the up manifold 44 and it is shown in (a) of drawing 11 , and (b) Where the transparence plate 40 is inserted, the cross-section KO character-like clamp 42 is inserted in the side face of the flank manifold 10, and the screw stop is carried out to the flank manifold 10.

[0055] Therefore, there is no need of being able to prevent degradation by secular change of adhesives and forming the hole for bolts in a transparence plate further with the 3rd operation gestalt compared with the 1st operation gestalt in order not to use adhesives like the 1st operation gestalt.

[0056]

[Effect of the Invention] According to this invention, the following effectiveness is done so.

(1) The transparence plate of the couple which forms the culture space of detailed algae while according to the algae culture apparatus according to claim 1 a reactor module makes a parallel condition estrange mutually, and is supported, and it is mutual, Since equip culture space with the supporter material of the shape of a frame which supports the periphery section of the transparence plate of a couple in the sealing condition possible [a negotiation / gas /

containing culture medium and carbon dioxide gas], two or more reactor modules make a parallel condition estrange a mutual transperence plate and it is set up ***** and the scattered light of sunlight penetrate a transperence plate from between each reactor module, and incidence can be carried out into culture space, they can increase substantially the amount of culture medium per unit area, and can make immobilization of carbon dioxide gas efficient. Moreover, since a reactor module is sealing structure, it can prevent mixing of the contamination matter into culture medium etc., and can prevent the dirt of culture medium, muddiness, etc. Furthermore, since the beam condensing unit is unnecessary, it can constitute cheaply.

[0057] (2) According to the algae culture apparatus according to claim 2, since the transperence plate is formed with plastic material or glass, there is moderate reinforcement, and while the maintenance of decomposition, assembly, etc. is easy, it can constitute cheaply.

[0058] (3) According to the algae culture apparatus according to claim 3, since the temperature pondage flow conduit to which cooling water or warm water can circulate is arranged in the interstitial segment of the transperence plate of a couple along with the transperence plate, by pouring cooling water or warm water to this temperature pondage flow conduit, the temperature of culture medium can be controlled and the photosynthesis function by algae can be maintained suitably. Moreover, since a temperature pondage flow conduit is arranged in the interstitial segment of the transperence plate of a couple and culture space serves as sandwich structure, the absorption of light can be performed without futility and the temperature control of the culture medium of two culture space of both sides can be simultaneously carried out by one temperature pondage flow conduit.

[0059] (4) According to the algae culture apparatus according to claim 4, since the temperature pondage flow conduit is formed by the transparent material, light is not interrupted by the temperature pondage flow conduit, the perimeter of a temperature pondage flow conduit can set, and CO₂ good immobilization can be

obtained.

[0060] (5) The culture medium passage and the gas passageway which supply and discharge culture medium and said gas inside supporter material in culture space, respectively according to the algae culture apparatus according to claim 5, Since the temperature pondage passage which is connected to a temperature pondage flow conduit, and supplies and discharges cooling water or warm water to this temperature pondage flow conduit is formed, supporter material serves as manifold structure, it has the function of piping and a load member, and the whole serves as a compact and decomposition and assembly become easy.

Moreover, since the supporter material of manifold structure is adopted, unitization of two or more reactor modules is carried out, supply and blowdown of culture medium, gas, etc. can be performed for every unit, and piping exposed to a floor line can be lessened as much as possible. Therefore, while being able to raise appearance nature, the tooth space produced by piping cutback can be used effectively for installation of an auxiliary LGT etc. Furthermore, since the large passage cross section in supporter material can be taken, even if the amount of [with culture space] connection is a stoma, flow of culture medium is made to homogeneity and it is hard coming to generate channeling.

[0061] (6) Since according to the algae culture apparatus according to claim 6 gas is supplied from a gas supply line in culture medium passage, the gas supply line which supplies said gas to this culture medium passage is inserted into the culture medium passage which supplies culture medium to culture space and culture space is supplied where gas is distributed in culture medium, the reaction effectiveness of gas and detailed algae can be raised. Moreover, even if a gas supply line starts loading etc., drawing out of tubing and insertion are easy and it excels in maintenance nature.

[0062] (7) Since according to the algae culture apparatus according to claim 7 the transparence plate and supporter material of a couple **** and the stop or the clamp is fixed mutually, while decomposition and assembly are easy and maintenance nature becomes good, compared with the case where adhesives

are used, degradation by secular change of the adhesives, with which ultraviolet rays etc. become a cause can be prevented, and it can have the outstanding endurance.

[0063] (8) Since two or more reactor modules are installed on the floor line painted by the color of a white system according to the algae culture apparatus according to claim 8, light can be efficiently reflected and scattered from a floor line, this scattered light can also be made to be able to introduce in a reactor module, and sunlight can be universally used for photosynthesis.

[0064] (9) Since according to the algae culture apparatus according to claim 9 it considers as the inclined plane where the inner base of a reactor module inclines caudad toward a part for a center section, and frame-like supporter material is set up so that gas may be supplied to culture space from a part for said center section While the frond which precipitated can be brought together in a part for said center section and the gas supply from a part for a center section can perform re-floatation of a precipitate frond easily further, a frond can be agitated over the whole culture space.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the bird's-eye view showing an example which installed the 1st operation gestalt of the algae culture apparatus concerning this invention in the turbine building roof of an electric power plant.

[Drawing 2] It is the bird's-eye view of an important section showing an example which installed the 1st operation gestalt of the algae culture apparatus concerning this invention in the turbine building roof of an electric power plant.

[Drawing 3] It is the perspective view showing the reactor unit in the 1st operation gestalt of the algae culture apparatus concerning this invention.

[Drawing 4] It is the top view, front view, and side elevation showing the reactor unit in the 1st operation gestalt of the algae culture apparatus concerning this invention.

[Drawing 5] It is the lower side elevation showing the reactor module in the 1st operation gestalt of the algae culture apparatus concerning this invention.

[Drawing 6] It is the A-A sectional view and B-B sectional view in a side elevation of drawing 4 .

[Drawing 7] They are a C-C sectional view in the side elevation of drawing 4 , and the D-D sectional view of drawing 5 R> 5.

[Drawing 8] It is the rough block diagram of the whole system in the 1st operation gestalt of the algae culture apparatus concerning this invention.

[Drawing 9] It is drawing of longitudinal section showing the reactor module in the 2nd operation gestalt of the algae culture apparatus concerning this invention.

[Drawing 10] In the 3rd operation gestalt of the algae culture apparatus concerning this invention, it is the sectional view of the part corresponding to drawing 6 of the 1st operation gestalt.

[Drawing 11] In the 3rd operation gestalt of the algae culture apparatus concerning this invention, it is the sectional view of the part corresponding to drawing 7 of the 1st operation gestalt.

[Description of Notations]

1 Algae Culture Apparatus

6 30 Reactor module
7a The floor line of a support frame
8 40 Transparence plate
9, 31, 43 Lower manifold (supporter material)
9c, 32 Culture medium supply passage (culture medium passage)
9d Temperature pondage supply passage (temperature pondage passage)
10 Flank Manifold (Supporter Material)
10c Gas blowdown passage (gas passageway)
10d Culture medium blowdown passage (culture medium passage)
11 44 Up manifold (supporter material)
11c Temperature pondage blowdown passage (temperature pondage passage)
12 Temperature Pondage Flow Conduit
16 Gas Supply Line (Gas Passageway)
30a The inner base of a reactor module
30b A part for the center section at the base of inner
41 42 Clamp
G Gas
L Culture medium
K Culture space
W Cooling water or warm water

[Translation done.]

* NOTICES *

**JPO and NCIPI are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.**

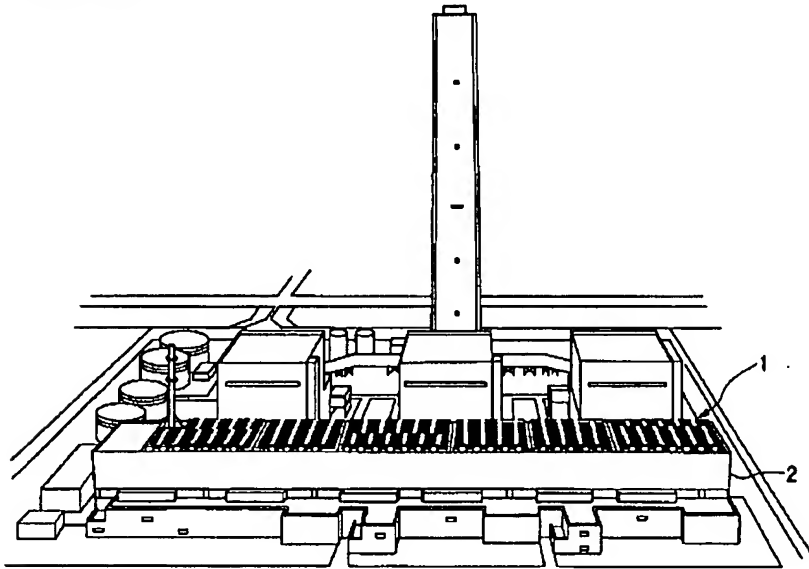
1.This document has been translated by computer. So the translation may not
reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

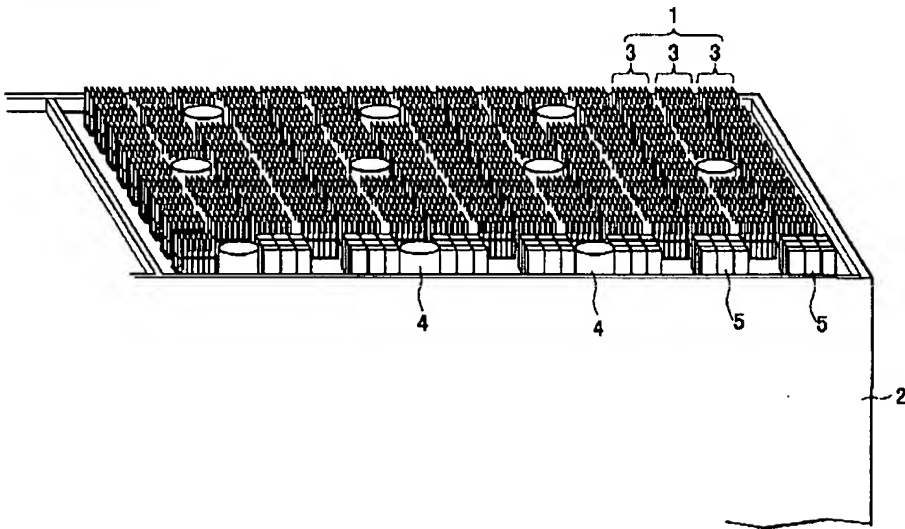
3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

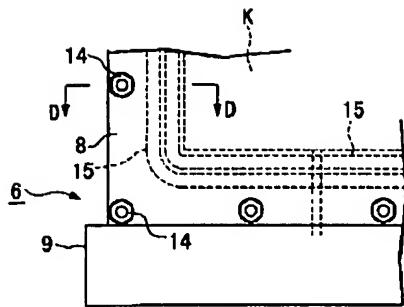
[Drawing 1]



[Drawing 2]

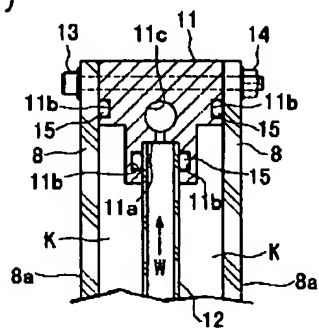


[Drawing 5]

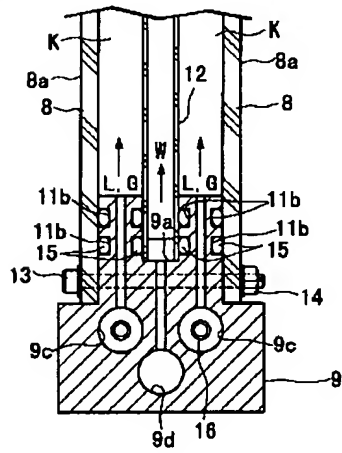


[Drawing 6]

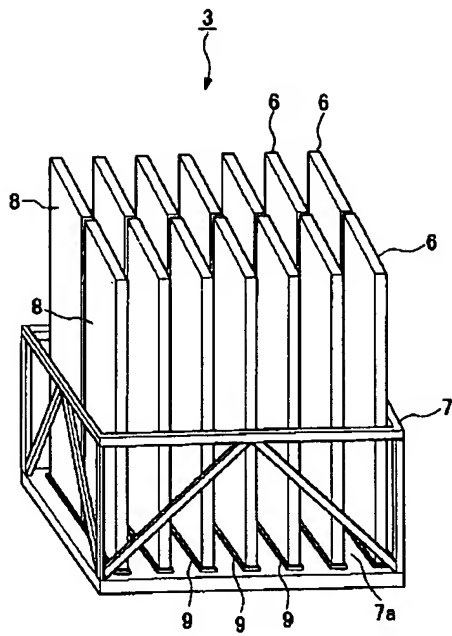
(a)



(b)

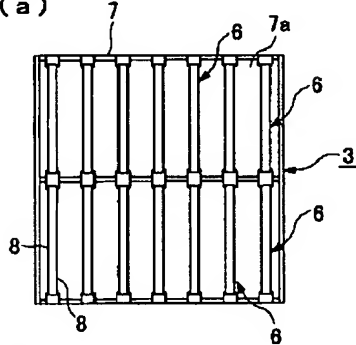


[Drawing 3]

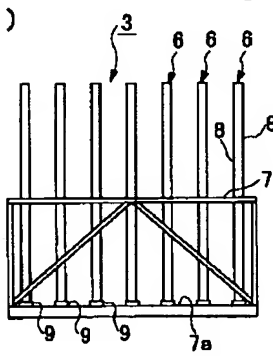


[Drawing 4]

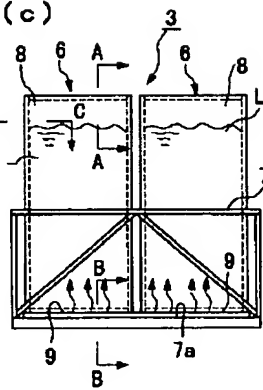
(a)



(b)

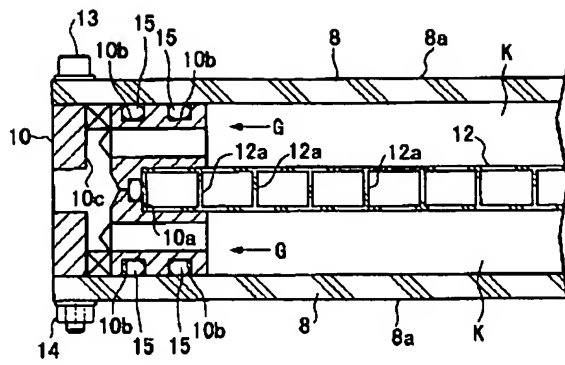


(c)

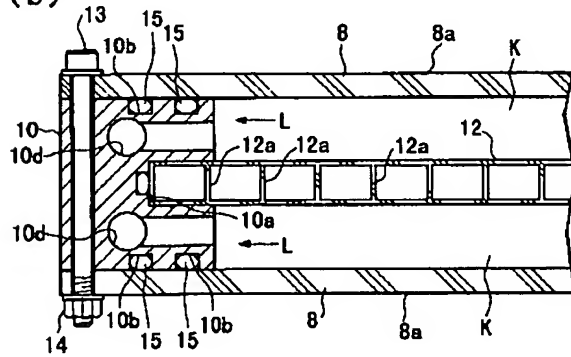


[Drawing 7]

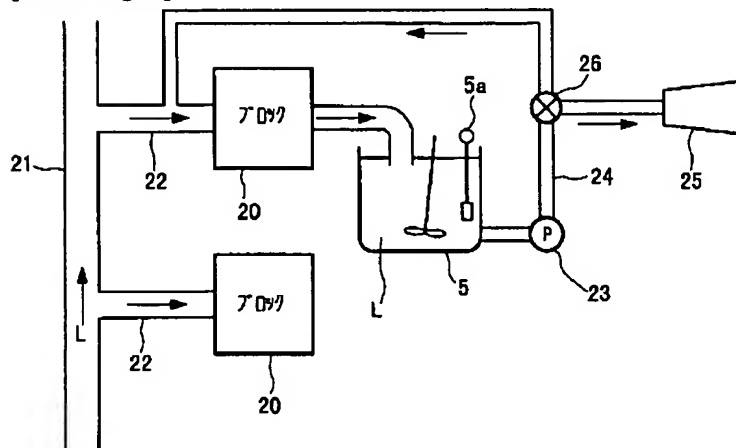
(a)



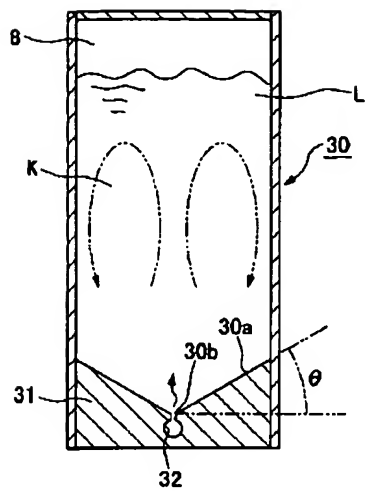
(b)



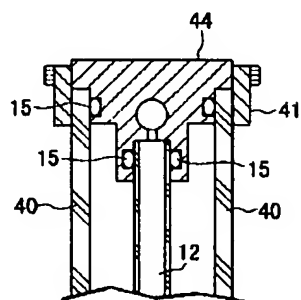
[Drawing 8]



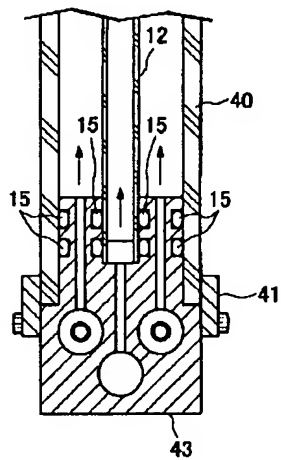
[Drawing 9]



[Drawing 10]
(a)

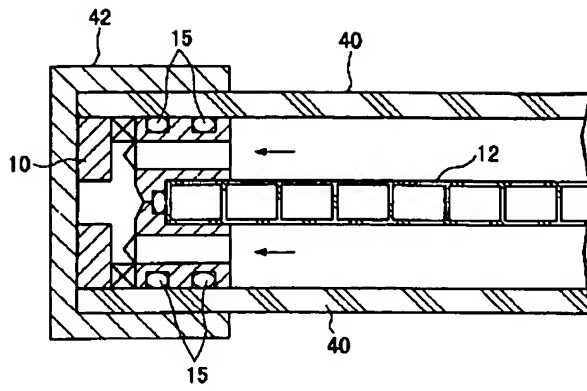


(b)

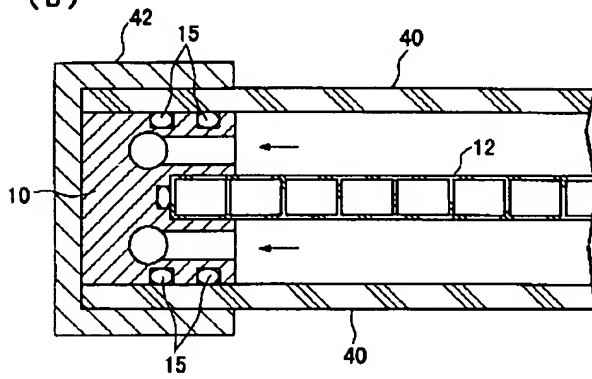


[Drawing 11]

(a)



(b)



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-139444

(P2000-139444A)

(43) 公開日 平成12年5月23日 (2000.5.23)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
C 1 2 M 1/00		C 1 2 M 1/00	E 2 B 1 0 4
A 0 1 K 61/00		A 0 1 K 61/00	Z 4 B 0 2 9
B 0 1 D 53/62		C 1 2 M 1/04	4 D 0 0 2
C 1 2 M 1/04		B 0 1 D 53/34	1 3 5 Z

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-315211

(22) 出願日 平成10年11月5日 (1998.11.5)

(71) 出願人 000000099

石川島播磨重工業株式会社

東京都千代田区大手町2丁目2番1号

(71) 出願人 591001949

株式会社海洋バイオテクノロジー研究所

東京都文京区本郷1丁目28番10号

(71) 出願人 591178012

財団法人地球環境産業技術研究機構

京都府相楽郡木津町木津川台9丁目2番地

(74) 代理人 100064908

弁理士 志賀 正武 (外1名)

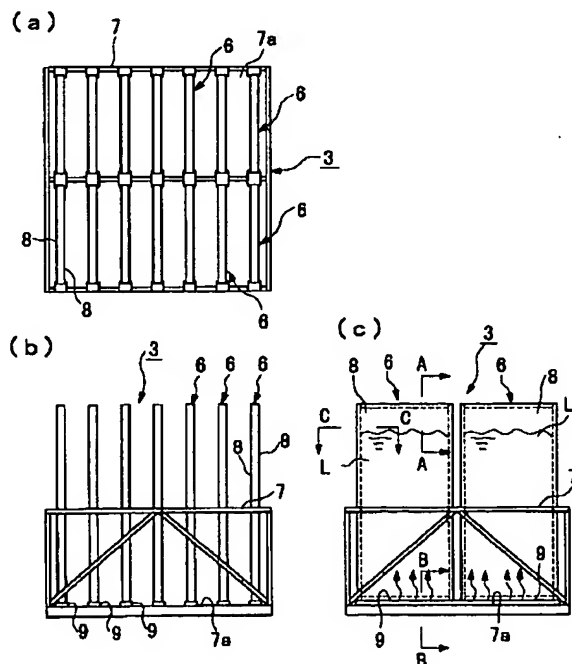
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 藻類培養装置

(57) 【要約】

【課題】 藻類培養装置において、直達光と散乱光の両者を利用でき、単位面積当たりの培養液量を多くでき、さらに安価にすること。

【解決手段】 微細藻類を培養液L中で培養する複数のリアクタモジュール6を備えた藻類培養装置1であって、リアクタモジュールは、互いに平行状態に離間させて支持されているとともに互いの間に微細藻類の培養空間Kを形成する一対の透明板8、8と、培養空間に培養液および炭酸ガスを含むガスGを流通可能に一対の透明板の周縁部を密閉状態に支持する枠状の支持部材9、10、11とを備え、複数のリアクタモジュールは、互いの透明板を平行状態に離間させて立設されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 微細藻類を培養液中で培養する複数のリアクタモジュールを備えた藻類培養装置であって、前記リアクタモジュールは、互いに平行状態に離間させて支持されているとともに互いの間に前記微細藻類の培養空間を形成する一対の透明板と、前記培養空間に前記培養液および炭酸ガスを含むガスを流通可能に前記一対の透明板の周縁部を密閉状態に支持する枠状の支持部材とを備え、前記複数のリアクタモジュールは、互いの前記透明板を平行状態に離間させて立設されていることを特徴とする藻類培養装置。

【請求項2】 請求項1記載の藻類培養装置において、前記透明板は、プラスチック材料またはガラスで形成されていることを特徴とする藻類培養装置。

【請求項3】 請求項1または2記載の藻類培養装置において、前記一対の透明板の中間部分には、冷却水または温水が流通可能な温度調整水流通管が透明板に沿って配設されていることを特徴とする藻類培養装置。

【請求項4】 請求項3記載の藻類培養装置において、前記温度調整水流通管は、透明材料で形成されていることを特徴とする藻類培養装置。

【請求項5】 請求項3記載の藻類培養装置において、前記支持部材の内部には、前記培養空間に前記培養液および前記ガスをそれぞれ供給および排出する培養液流路およびガス流路と、前記温度調整水流通管に接続され該温度調整水流通管に前記冷却水または前記温水を供給および排出する温度調整水流路とが形成されていることを特徴とする藻類培養装置。

【請求項6】 請求項5記載の藻類培養装置において、前記培養空間に前記培養液を供給する前記培養液流路内には、該培養液流路に前記ガスを供給するガス供給管が挿入されていることを特徴とする藻類培養装置。

【請求項7】 請求項1から6のいずれかに記載の藻類培養装置において、前記一対の透明板と前記支持部材とは、ねじ止めまたはクランプによって互いに固定されていることを特徴とする藻類培養装置。

【請求項8】 請求項1から7のいずれかに記載の藻類培養装置において、前記複数のリアクタモジュールは、白色系の色彩に塗装された床面上に設置されていることを特徴とする藻類培養装置。

【請求項9】 請求項1から8のいずれかに記載の藻類培養装置において、前記リアクタモジュールは、その内底面が中央部分に向かって下方に傾斜する傾斜面とされ、前記枠状の支持部材は、前記ガスを前記中央部分から前

記培養空間に供給するように設定されていることを特徴とする藻類培養装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、微細藻類を培養液中で培養し、その光合成機能によって排ガス中の炭酸ガスを除去することが可能な藻類培養装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、クロレラ等の微細藻類の光合成機能を利用し、発電所等の排ガス中に含まれるCO₂（二酸化炭素）を藻体に固定して、排ガスから除去し、かつ、増殖した藻体を有効利用する生物学的CO₂固定システムとしての藻類培養装置が考案されている。

【0003】従来の藻類培養装置には、数多くの型があるが、代表的なものとしては次の2つがある。

①直接受光型：オープンボンドと言われるものであり、円形や長円形で水深は浅く（15～30cm）、液面で空気と接触しているものである。直達光と散乱光の両者を利用することができ、クロレラの培養に実用化されているものである。

②集光型：レンズ又はミラーによって太陽光を集光し、光ファイバーで微細藻類を培養するリアクタ内に光を照射するものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の藻類培養装置では、以下のような課題が残されていた。すなわち、上記①の場合では、直達光と散乱光の両者を用いるが、平面的に広大な敷地面積を必要とし、大気開放のため周囲からのコンタミの混入、降雨による培養液の希釈および温度制御ができないといった欠点がある。また、光を通す必要から、水深を深く設定することができないという不都合もあった。また、上記②の場合では、太陽光の直達光を集光するため、この直達光のみしか利用できないという問題がある。すなわち、晴天時では直達光と散乱光とがあるが、曇天時や雨天時には散乱光しかなく、集光型ではこの散乱光を利用できず、天候に大きく影響されていた。また、集光した光をリアクタ内に導入するために高額な光ファイバーケーブルを必要としていた。

【0005】本発明は、前述の課題に鑑みてなされたもので、直達光と散乱光の両者を利用でき、単位面積当たりの培養液量を多くでき、さらに安価な藻類培養装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、前記課題を解決するため、以下の構成を採用した。すなわち、請求項1記載の藻類培養装置では、微細藻類を培養液中で培養する複数のリアクタモジュールを備えた藻類培養装置であって、前記リアクタモジュールは、互いに平行状態に離間させて支持されているとともに互いの間に前記微細

藻類の培養空間を形成する一対の透明板と、前記培養空間に前記培養液および炭酸ガスを含むガスを流通可能に前記一対の透明板の周縁部を密閉状態に支持する棒状の支持部材とを備え、前記複数のリアクタモジュールは、互いの前記透明板を平行状態に離間させて立設されている技術が採用される。

【0007】この藻類培養装置では、リアクタモジュールが、互いに平行状態に離間させて支持されているとともに互いの間に微細藻類の培養空間を形成する一対の透明板と、培養空間に培養液および炭酸ガスを含むガスを流通可能に一対の透明板の周縁部を密閉状態に支持する棒状の支持部材とを備え、複数のリアクタモジュールが、互いの透明板を平行状態に離間させて立設されているので、直達光および散乱光が各リアクタモジュールの間から透明板を透過して培養空間内に入射され、培養液およびガスが供給された培養空間で藻類による光合成、すなわち炭酸ガスの固定が行われる。また、リアクタモジュールは密閉構造であるため、培養液内へのコンタミ等の混入が防止される。

【0008】請求項2記載の藻類培養装置では、請求項1記載の藻類培養装置において、前記透明板は、プラスチック材料またはガラスで形成されている技術が採用される。

【0009】この藻類培養装置では、透明板がプラスチック材料またはガラスで形成されているので、適度な強度があるとともに、安価に構成可能である。

【0010】請求項3記載の藻類培養装置では、請求項1または2記載の藻類培養装置において、前記一対の透明板の中間部分には、冷却水または温水が流通可能な温度調整水流通管が透明板に沿って配設されている技術が採用される。

【0011】この藻類培養装置では、一対の透明板の中間部分に、冷却水または温水が流通可能な温度調整水流通管が透明板に沿って配設されているので、該温度調整水流通管に冷却水を流すと周囲の培養空間における培養液を冷却することができ、また、温度調整水流通管に温水を流すと培養液を加温することができる。

【0012】請求項4記載の藻類培養装置では、請求項3記載の藻類培養装置において、前記温度調整水流通管は、透明材料で形成されている技術が採用される。

【0013】この藻類培養装置では、温度調整水流通管が透明材料で形成されているので、入射された光は温度調整水流通管を透過可能であって、温度調整水流通管によって光が遮られることがない。

【0014】請求項5記載の藻類培養装置では、請求項3記載の藻類培養装置において、前記支持部材の内部には、前記培養空間に前記培養液および前記ガスをそれぞれ供給および排出する培養液流路およびガス流路と、前記温度調整水流通管に接続され該温度調整水流通管に前記冷却水または前記温水を供給および排出する温度調整

水流路とが形成されている技術が採用される。

【0015】この藻類培養装置では、支持部材の内部に、培養空間に培養液および前記ガスをそれぞれ供給および排出する培養液流路およびガス流路と、温度調整水流通管に接続され該温度調整水流通管に冷却水または温水を供給および排出する温度調整水流路とが形成されているので、支持部材がマニホールド構造となつて配管と強度部材の機能を兼ね備えることが可能になり、コンパクト化が可能となる。また、露出する外部配管を低減することができる。

【0016】請求項6記載の藻類培養装置では、請求項5記載の藻類培養装置において、前記培養空間に前記培養液を供給する前記培養液流路内には、該培養液流路に前記ガスを供給するガス供給管が挿入されている技術が採用される。

【0017】この藻類培養装置では、培養空間に培養液を供給する培養液流路内に、該培養液流路に前記ガスを供給するガス供給管が挿入されているので、培養液流路内にガス供給管からガスが供給されて、ガスが培養液中に分散された状態で培養空間に供給される。また、ガス供給管が目づまり等を起こしても、管の引抜、挿入が容易となる。

【0018】請求項7記載の藻類培養装置では、請求項1から6のいずれかに記載の藻類培養装置において、前記一対の透明板と前記支持部材とは、ねじ止めまたはクランプによって互いに固定されている技術が採用される。

【0019】この藻類培養装置では、一対の透明板と支持部材とがねじ止めまたはクランプによって互いに固定されているので、分解・組立が容易になるとともに、接着剤を用いた場合に比べて、紫外線等が原因となる接着剤の経年変化による劣化がほとんどない。

【0020】請求項8記載の藻類培養装置では、請求項1から7のいずれかに記載の藻類培養装置において、前記複数のリアクタモジュールは、白色系の色彩に塗装された床面上に設置されている技術が採用される。

【0021】この藻類培養装置では、複数のリアクタモジュールが白色系の色彩に塗装された床面上に設置されているので、床面から効率よく光を反射・散乱させることができ、この散乱光をもリアクタモジュール内に導入させることができる。

【0022】請求項9記載の藻類培養装置では、請求項1から8のいずれかに記載の藻類培養装置において、前記リアクタモジュールは、その内底面が中央部分に向かって下方に傾斜する傾斜面とされ、前記棒状の支持部材は、前記ガスを前記中央部分から前記培養空間に供給するように設定されている技術が採用される。

【0023】この藻類培養装置では、リアクタモジュールの内底面が中央部分に向かって下方に傾斜する傾斜面とされ、棒状の支持部材が、ガスを前記中央部分から培

養空間に供給するように設定されているので、ガスの供給を止めて藻体が沈殿しても前記内底面の傾斜によって最下部となる中央部分に集まりやすくなるとともに、再びガス供給を始めた場合に、前記中央部分からのガスの供給によって藻体が再び浮上し易い。また、藻体を培養空間全体にわたって攪拌することができる。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る藻類培養装置の第1実施形態を、図1から図10を参照しながら説明する。これらの図にあっては、符号1は藻類培養装置、2はタービン建屋、3はリアクタユニットを示している。

【0025】図1および図2は、本実施形態の藻類培養装置1を発電所のタービン建屋2屋上に適用した場合の配置の一例を示したものであり、藻類培養装置1は、複数のリアクタユニット3が配列されて構成されている。なお、タービン建屋2屋上には、リアクタユニット3以外に複数のタービン建屋換気ファン4および培地リサイクル槽5が設置されている。

【0026】前記リアクタユニット3は、図3および図4に示すように、互いに平行状態に離間させて立設されている複数のリアクタモジュール6（本実施形態では、14モジュール）と、これらのリアクタモジュール6を床面7a上に載置するとともに側部で支持するサポートフレーム7とから構成されている。各リアクタモジュール6の間隔は、スペース効率を考慮しつつ、互いの影によって光の不利用が極力少なく、光が効率的に入射できるように所定の距離に設定されている。

【0027】前記リアクタモジュール6は、図5から図7に示すように、互いに平行状態に離間させて支持されるとともに互いの間に微細藻類の培養空間Kを形成する一対の透明板8、8と、培養空間Kに培養液Lおよび発電所の排ガス、すなわち炭酸ガスを含むガスGを流通可能に一対の透明板8、8の周縁部を密閉状態に支持する下部マニホールド9、側部マニホールド10および上部マニホールド（棒状の支持部材）11と、一対の透明板8、8の中間部分に透明板8に沿って配設され冷却水Wまたは温水Wが流通可能な温度調整水流通管12とを備えている。

【0028】一対の透明板8、8と下部マニホールド9、側部マニホールド10および上部マニホールド11とは、それぞれこれらを組み合わせた状態で貫通するボルト13と、該ボルト13に螺着されたナット14とによって各マニホールドが棒状にネジ止めされて組み立てられている。また、温度調整水流通管12は、その周縁部が下部マニホールド9、側部マニホールド10および上部マニホールド11にそれぞれ形成された支持溝部9a、10a、11aにはめ込まれた状態で、培養空間Kを2分するように支持されている。

【0029】さらに、下部マニホールド9、側部マニホ

ールド10および上部マニホールド11には、透明板8および温度調整水流通管12の周縁部に沿ってシール用溝部9b、10b、11bがそれぞれ形成され、これらシール用溝部9b、10b、11bと透明板8および温度調整水流通管12との間には、Oリング15が挟持状態に組み込まれており、培養空間Kおよび温度調整水流通管12を密閉状態にしている。

【0030】前記一対の透明板8、8は、強度を有し、軽量でかつ光を透過するポリカーボネート製の板が用いられている。なお、透明板の他の材質としては、アクリル板等の他のプラスチックやガラス板を適用しても構わない。前記温度調整水流通管12は、透明板8と同様に、透明なポリカーボネートで形成され、図7に示すように、複数の仕切部12aによって2重構造中空板となっている。なお、温度調整水流通管12は、透明板8より肉厚が薄く形成されており、伝熱効果が大きくなるように設定されている。

【0031】前記下部マニホールド9は、図6の(b)に示すように、その内部に培養空間Kに接続され該培養空間Kに培養液Lを供給する一対の培養液供給流路（培養液流路）9cが形成されている。これらの培養液供給流路9cには、ガスGを供給するガス供給管（ガス流路）16がそれぞれ挿入されて2重管構成となっており、該ガス供給管16に形成された微細孔から、ガスGが培養液供給流路9c内に噴出し、培養液LとともにガスGも培養空間Kに供給される。また、下部マニホールド9は、その内部に、温度調整水流通管12に接続され該温度調整水流通管12に冷却水Wまたは温水Wを供給する温度調整水供給流路9dが形成されている。

【0032】前記側部マニホールド10は、図7の(a)に示すように、その内部に、培養空間K内のガスGを排出させるガス排出流路10cと、図7の(b)に示すように、培養空間K内のオーバーフローした培養液Lを排出させる培養液排出流路10dとがそれぞれ培養空間Kに接続されて形成されている。

【0033】前記上部マニホールド11は、図6の(a)に示すように、その内部に、温度調整水流通管12に接続され該温度調整水流通管12から冷却水Wまたは温水Wを排出させる温度調整水排出流路11cが形成されている。

【0034】前記サポートフレーム7は、その床面7aが白色（白色系の色彩）で塗装されている。なお、床面7aは、他の白色系の色彩とされていても構わず、例えば、乱反射する塗料（例えば、一般道路の横断歩道の表示に用いられるもの）を用いてもよい。また、前記微細藻類としては、強光下でも光阻害を起こしにくいとされるらんそうの一種である「*Synechocystis*（シネコキスティス）」を一例として用いている。

【0035】この藻類培養装置1のリアクタモジュール6では、培養液Lが培養液供給流路9cから温度調整水

流通管12の両側にある2つの培養空間Kに供給され、藻体の培養に供された後、オーバーフローした分が培養液排出流路10dから排出される。また、ガスGは、ガス供給管16から培養液供給流路9c内に分散供給され、培養液Lとともに培養空間Kに供給される。このとき、透明板8の周囲から直達光および散乱光が入射されることにより、ガスG中の CO_2 成分は、培養液L中の藻体による光合成によって固定される。このとき、温度調整水流通管12の両側に培養空間Kが形成されているので、外部からの光の吸収効果を大きくすることができる。その後、処理されたガスGは、ガス排出流路10cによって外部に排出される。

【0036】また、冷却水Wまたは温水Wは、温度調整水供給流路9dによって温度調整水流通管12内に下部から供給され、該温度調整水流通管12を流通するとともに周囲の培養液Lとの間で熱交換をした後、上部の温度調整水排出流路11cから排出される。

【0037】この藻類培養装置1は、図1、図2および図8に示すように、複数のリアクタユニット3（本実施形態では、17ユニット）を一つのブロック20とし、複数のブロック20（本実施形態では、34ブロック）を全体として管理している。図8は、藻類培養装置1全体のシステムとして、培養液Lの流れを例示したものであり、培養液Lの本管21と各ブロック20は、本管21から分岐した枝管22を介して接続され、各ブロック20は培養液Lの排出側に培地リサイクル槽5が接続されている。

【0038】培地リサイクル槽5は、培養液Lを枝管22に戻す培地循環ポンプ23に接続され、該培地循環ポンプ23は、接続管24を介して枝管22に接続されている。また、該接続管24には、遠心分離機25へ培養液Lを供給する切換弁26が途中に設けられている。すなわち、新鮮な培養液Lは、本管21から枝管22を通過して各ブロック20に流れ、各ブロック20に送られた培養液Lは、いわゆるタービドスタッド方式の培養方法によって、ブロック20毎に培養液L中の藻体濃度が一定に保たれるように設定されている。

【0039】このシステムでは、一旦、ブロック20に新鮮な培養液Lが仕込まれると、その後は、ブロック20と培地リサイクル槽5との間で培養液Lを循環させる。培地リサイクル槽5では、藻体増殖後の藻体濃度を濁度として濁度計5aによって常時検出し、所定の濃度（例えば、 2 g/l ）になったら、切換弁26を操作し、培養液Lの半分を引き抜いて遠心分離機25に供給する。引き抜いた培養液Lは、後段の遠心分離機25等で固液分離され、藻体が回収される。その後、新鮮な培養液Lが、引抜きと同量補給されて、培養、すなわち CO_2 固定処理が再開される。この藻類培養装置1では、排ガスG中の CO_2 濃度が5～10%、液温度 40°C で、設置面積当たり約 $100\text{ g CO}_2/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ の CO_2

の固定化が得られている。

【0040】なお、他の運転の例として、夜間は光合成せず CO_2 を固定しないので、ガスの供給と培養液の循環とを両方あるいは一方の流量を極力低下させても構わない。

【0041】本実施形態の藻類培養装置1では、リアクタモジュール6が、互いの間に微細藻類の培養空間Kを形成する一対の透明板8、8と、培養空間Kに培養液Lおよび炭酸ガスを含むガスGを流通可能に一対の透明板8、8の周縁部を密閉状態に支持する下部マニホールド9、側部マニホールド10および下部マニホールド9とを備え、複数のリアクタモジュール6が、互いの透明板8を平行状態に離間させて立設されているので、直達光および散乱光を各リアクタモジュール6の間から透明板8を透過して培養空間K内に入射させることができ、単位面積当たりの培養液量を大幅に増やすことができるとともに、透明板8の周囲から光を入射させることで、藻類による光合成、すなわち炭酸ガスの固定を高効率化することができる。また、リアクタモジュール6は密閉構造であるため、培養液L内へのコンタミ物質等の混入が防止される。

【0042】さらに、透明板8がプラスチック材料またはガラス板で形成されているので、適度な強度があり、分解・組立等のメンテナンスが容易であるとともに、安価に構成することができる。

【0043】また、一対の透明板8、8の中間部分に、冷却水Wまたは温水Wが流通可能な温度調整水流通管12が透明板8に沿って配設されているので、該温度調整水流通管12に冷却水Wを流すと周囲の培養空間Kにおける培養液Lを冷却することができ、また、温度調整水流通管12に温水Wを流すと培養液Lを加温することができる。さらに、温度調整水流通管12が透明材料で形成されているので、入射された光は温度調整水流通管12を透過可能であって、温度調整水流通管12によって光が遮られることがない。

【0044】下部マニホールド9には、培養液供給流路9c、ガス供給管16および温度調整水供給流路9dが形成され、側部マニホールド10には、培養液排出流路10dおよびガス排出流路10cが形成され、さらに上部マニホールド11には、温度調整水排出流路11cが形成されているので、各マニホールドは、配管および強度部材の機能を兼ね備え、全体がコンパクトとなって分解・組立が容易となる。また、露出する外部配管が減るため、メンテナンス用の作業スペースが確保できるとともに外観性が向上する。

【0045】また、培養液供給流路9c内に、該培養液供給流路9cにガスGを供給するガス供給管16が挿入されているので、培養液供給流路9c内にガス供給管16からガスGが供給されて、ガスGが培養液L中に分散された状態で培養空間Kに供給されるため、ガスGと微

細藻類との反応効率を高めることができる。また、ガス供給管16が目づまり等を起こしても、管の引抜、挿入が容易であり、メンテナンス性に優れている。

【0046】そして、一対の透明板8、8と各マニホールドとがねじ止めまたはクランプによって互いに固定されているので、分解・組立が容易でメンテナンス性が良好になるとともに、接着剤を用いた場合に比べて、紫外線等が原因となる経年変化による劣化がほとんどない。複数のリアクタモジュール6が、白色系の色彩に塗装された床面7a上に設置されているので、床面7aから効率よく光を反射・散乱させることができ、この散乱光をもリアクタモジュール6内に導入させて、光合成に利用することができる。

【0047】なお、各リアクタモジュール6は、一定の間隔で配列されているため、リアクタモジュール6の間に補助灯を設置しても構わない。すなわち、夜間にも光合成反応を利用してCO₂を固定することもできる。この場合、発電所からの夜間電力を補助灯に利用することができ、夜間の照明により、光合成によるCO₂固定を夜間でも行うことが可能になる。また、発電所の空地であるタービン建屋2屋上に藻類培養装置1のシステムを設置するので、温暖化の原因であるCO₂をオンサイトで除去することができる。

【0048】次に、本発明に係る藻類培養装置の第2実施形態を、図9を参照しながら説明する。

【0049】第2実施形態と第1実施形態との異なる点は、第1実施形態ではリアクタモジュール6の内底面が水平状に形成されているのに対し、図9に示すように、第2実施形態のリアクタモジュール30の内底面30a、すなわち下部マニホールド31の上面が中央部分30bに向けて下方に傾斜した断面V字状の傾斜面とされ、さらにガスGを中央部分30bから培養空間Kに供給するように設定されている点である。すなわち、第2実施形態では、下部マニホールド31内に形成されたガス供給管(図示略)を内挿した培養液供給流路32が、中央部分30bから培養液LとともにガスGを培養空間K内に供給するように配設されている。

【0050】したがって、第1実施形態の場合では、リアクタモジュール6の内底面が水平形状であるため、例えば、夜間に通気(ガスGおよび培養液L供給)を止めたときに藻体が沈殿し、朝等に再び通気した際に、場所によって藻体が再び浮上し難くなるおそれがあるが、第2実施形態では、上記構成によって、ガスGの供給を止めて藻体が沈殿しても、内底面30aの傾斜によって最下部となる中央部分30bに集まり易くなるとともに、再びガス供給を始めた場合に、中央部分30bからのガスGおよび培養液Lの供給によって藻体が舞い上がって分散し再び浮上する。また、中央部分30bからのガスGの上昇によって、図9に示すような対流が生じ、培養空間K全体を均一に攪拌することができる。

【0051】なお、本実施形態では、前記内底面30aの角度θを30度に設定している。また、内底面30aの断面形状をV字状にしたが、中央部分に向けて下方に傾斜した傾斜面ならば、他の形状にしても構わない。例えば、断面U字状にしてもよい。

【0052】次に、本発明に係る藻類培養装置の第3実施形態を、図10および図11を参照しながら説明する。

【0053】第3実施形態と第1実施形態との異なる点は、第1実施形態ではポリカーボネート製の透明板8と各マニホールドとをボルト13とナット14でネジ止めて互いに固定しているのに対し、第3実施形態では、図10および図11に示すように、ガラス製の透明板40と各マニホールドとをクランプ41、42で互いに固定している点で異なる。

【0054】すなわち、第3実施形態では、透明板40と各マニホールドとを組み合わせた状態で、図10の(a)(b)に示すように、下部マニホールド43および上部マニホールド44の側面に、透明板40を挟んだ状態でベルト状のクランプ41を巻回してネジ止めし、また図11の(a)(b)に示すように、側部マニホールド10の側面に、透明板40を挟んだ状態で断面コ字状のクランプ42をはめ込んで側部マニホールド10にネジ止めしている。

【0055】したがって、第3実施形態では、第1実施形態と同様に、接着剤を使用しないため、接着剤の経年変化による劣化を防止することができ、さらに、第1実施形態に比べて、ボルト用の孔を透明板に形成する必要が無い。

【0056】

【発明の効果】本発明によれば、以下の効果を奏する。

(1) 請求項1記載の藻類培養装置によれば、リアクタモジュールが、互いに平行状態に離間させて支持されているとともに互いの間に微細藻類の培養空間を形成する一対の透明板と、培養空間に培養液および炭酸ガスを含むガスを流通可能に一対の透明板の周縁部を密閉状態に支持する枠状の支持部材とを備え、複数のリアクタモジュールが、互いの透明板を平行状態に離間させて立設されているので、太陽光の直達光および散乱光が各リアクタモジュールの間から透明板を透過して培養空間内に入射され、単位面積当たりの培養液量を大幅に増やすことができ、炭酸ガスの固定を高効率化することができる。また、リアクタモジュールは密閉構造であるため、培養液内へのコンタミ物質等の混入を防止ことができ、培養液の汚れや濁り等を防ぐことができる。さらに、集光装置が不要であるため、安価に構成することができる。

【0057】(2) 請求項2記載の藻類培養装置によれば、透明板がプラスチック材料またはガラスで形成されているので、適度な強度があり、分解・組立等のメンテ

ナンスが容易であるとともに、安価に構成することができる。

【0058】(3) 請求項3記載の藻類培養装置によれば、一对の透明板の中間部分に、冷却水または温水が流通可能な温度調整水流通管が透明板に沿って配設されているので、該温度調整水流通管に冷却水または温水を流すことにより培養液の温度を制御することができ、藻類による光合成機能を好適に維持することができる。また、一对の透明板の中間部分に温度調整水流通管が配設され、培養空間がサンドイッチ構造となるので、光の吸収を無駄なく行うことができ、一つの温度調整水流通管で両側の2つの培養空間の培養液を、同時に温度調整することができる。

【0059】(4) 請求項4記載の藻類培養装置によれば、温度調整水流通管が透明材料で形成されているので、温度調整水流通管によって光が遮られることがなく、温度調整水流通管の周囲において良好なCO₂固定化を得ることができる。

【0060】(5) 請求項5記載の藻類培養装置によれば、支持部材の内部に、培養空間に培養液および前記ガスをそれぞれ供給および排出する培養液流路およびガス流路と、温度調整水流通管に接続され該温度調整水流通管に冷却水または温水を供給および排出する温度調整水流通管とが形成されているので、支持部材がマニホールド構造となって配管と強度部材の機能を兼ね備え、全体がコンパクトとなって分解・組立が容易となる。また、マニホールド構造の支持部材を採用するので、複数のリアクタモジュールをユニット化してユニット毎に培養液およびガス等の供給・排出ができ、床面に露出する配管を極力少なくすることができる。したがって、外観性を向上させることができるとともに、配管削減により生じたスペースを補助灯の設置等に有効利用することができる。さらに、支持部材内の流路断面積を大きくとることができるため、培養空間との接続部分が小孔であっても、培養液の流れを均一にでき、偏流が生じにくくなる。

【0061】(6) 請求項6記載の藻類培養装置によれば、培養空間に培養液を供給する培養液流路内に、該培養液流路に前記ガスを供給するガス供給管が挿入されているので、培養液流路内にガス供給管からガスが供給されて、ガスが培養液中に分散された状態で培養空間に供給されるため、ガスと微細藻類との反応効率を高めることができる。また、ガス供給管が目づまり等を起こしても、管の引抜、挿入が容易であり、メンテナンス性に優れている。

【0062】(7) 請求項7記載の藻類培養装置によれば、一对の透明板と支持部材とがねじ止めまたはクランプによって互いに固定されているので、分解・組立が容易でメンテナンス性が良好になるとともに、接着剤を用いた場合に比べて、紫外線等が原因となる接着剤の経年

変化による劣化を防止することができ、優れた耐久性を備えることができる。

【0063】(8) 請求項8記載の藻類培養装置によれば、複数のリアクタモジュールが白色系の色彩に塗装された床面上に設置されているので、床面から効率よく光を反射・散乱させることができ、この散乱光をもリアクタモジュール内に導入させて太陽光をあまねく光合成に利用することができる。

【0064】(9) 請求項9記載の藻類培養装置によれば、リアクタモジュールの内底面が中央部分に向かって下方に傾斜する傾斜面とされ、枠状の支持部材が、ガスを前記中央部分から培養空間に供給するように設定されているので、沈殿した藻体を前記中央部分に集めることができ、さらに中央部分からのガス供給によって沈殿藻体の再浮上を容易に行うことができるとともに、藻体を培養空間全体にわたって攪拌することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る藻類培養装置の第1実施形態を発電所のタービン建屋屋上に設置した一例を示す鳥瞰図である。

【図2】 本発明に係る藻類培養装置の第1実施形態を発電所のタービン建屋屋上に設置した一例を示す要部の鳥瞰図である。

【図3】 本発明に係る藻類培養装置の第1実施形態におけるリアクタユニットを示す斜視図である。

【図4】 本発明に係る藻類培養装置の第1実施形態におけるリアクタユニットを示す平面図、正面図および側面図である。

【図5】 本発明に係る藻類培養装置の第1実施形態におけるリアクタモジュールを示す下部の側面図である。

【図6】 図4の側面図におけるA-A断面図およびB-B断面図である。

【図7】 図4の側面図におけるC-C断面図および図5のD-D断面図である。

【図8】 本発明に係る藻類培養装置の第1実施形態におけるシステム全体の概略的なブロック図である。

【図9】 本発明に係る藻類培養装置の第2実施形態におけるリアクタモジュールを示す縦断面図である。

【図10】 本発明に係る藻類培養装置の第3実施形態において、第1実施形態の図6に対応した部分の断面図である。

【図11】 本発明に係る藻類培養装置の第3実施形態において、第1実施形態の図7に対応した部分の断面図である。

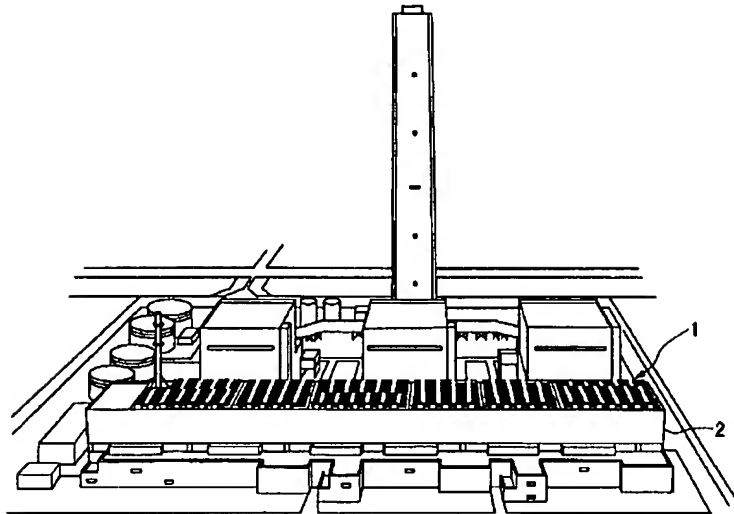
【符号の説明】

- 1 藻類培養装置
- 6、30 リアクタモジュール
- 7a サポートフレームの床面
- 8、40 透明板
- 9、31、43 下部マニホールド(支持部材)

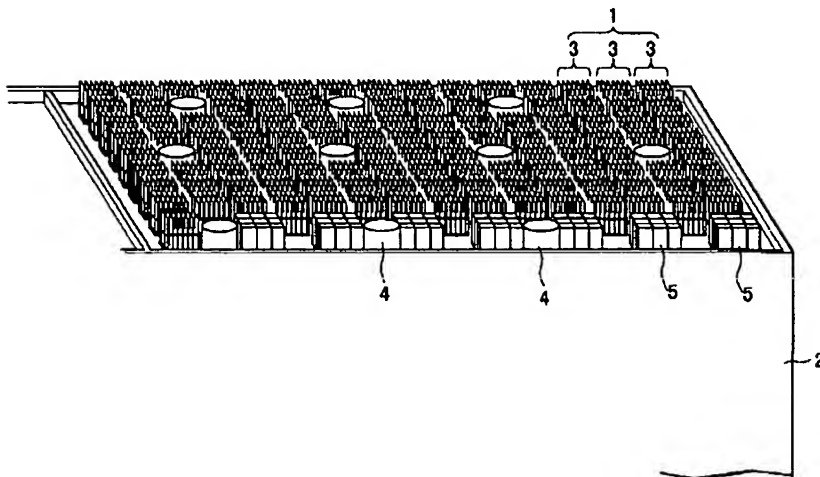
9c、32 培養液供給流路（培養液流路）
 9d 温度調整水供給流路（温度調整水流路）
 10 側部マニホールド（支持部材）
 10c ガス排出流路（ガス流路）
 10d 培養液排出流路（培養液流路）
 11、44 上部マニホールド（支持部材）
 11c 温度調整水排出流路（温度調整水流路）
 12 温度調整水流通管

16 ガス供給管（ガス流路）
 30a リアクタモジュールの内底面
 30b 内底面の中央部分
 41、42 クランプ
 G ガス
 L 培養液
 K 培養空間
 W 冷却水または温水

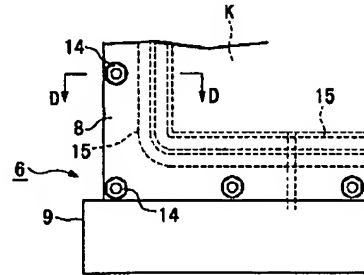
【図1】



【図2】

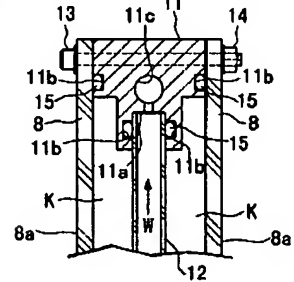


【図5】

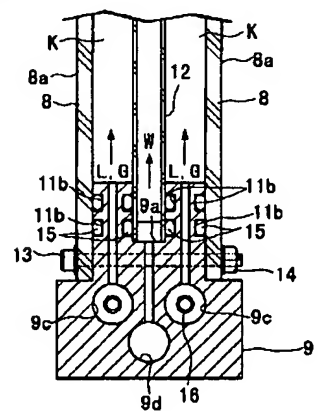


【図6】

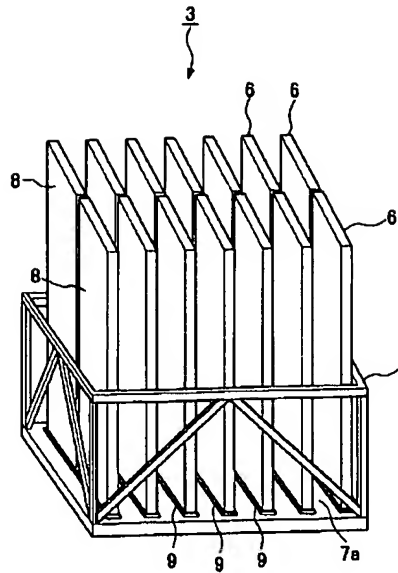
(a)



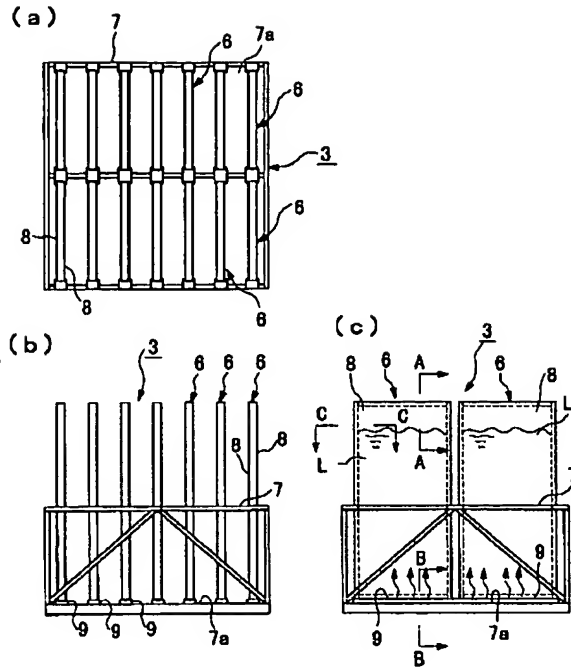
(b)



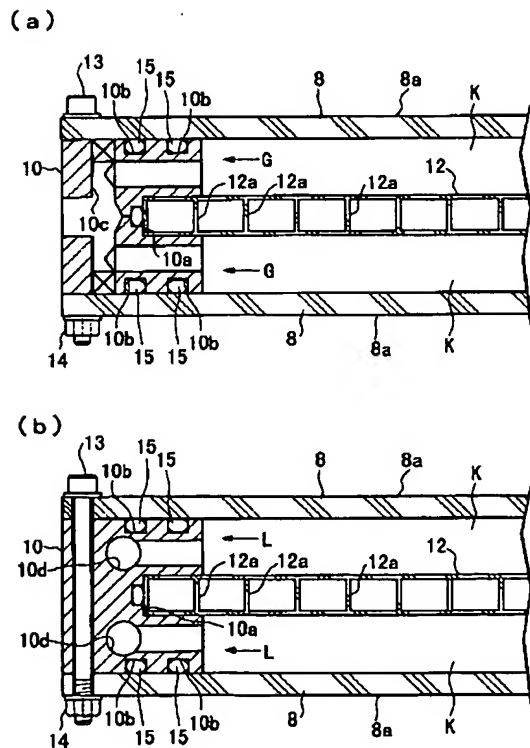
【图3】



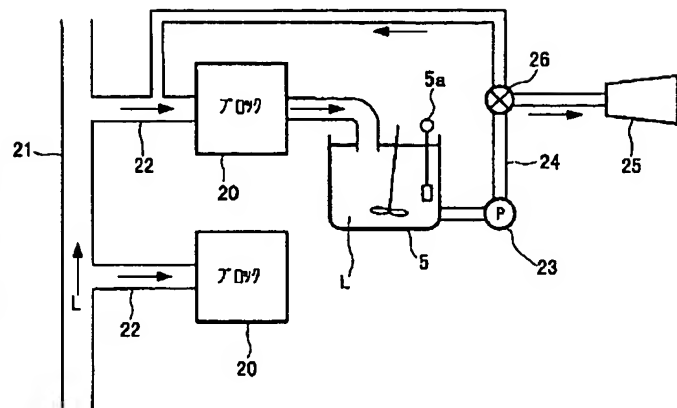
【图4】



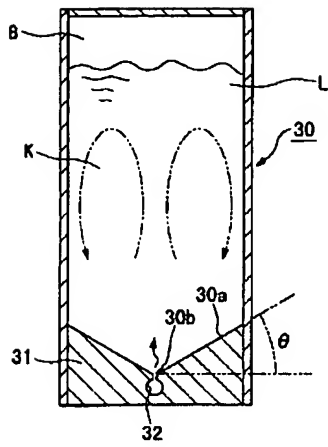
【图7】



【图8】

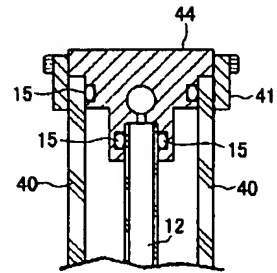


【図9】

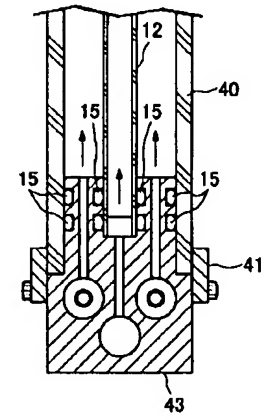


【図10】

(a)

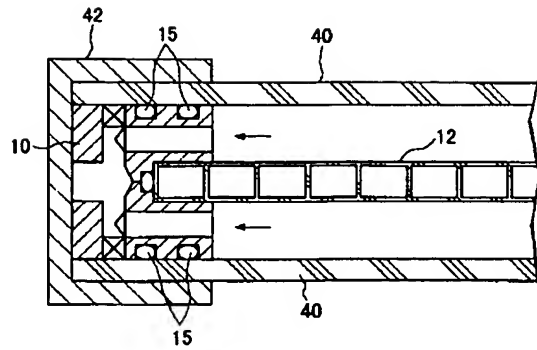


(b)

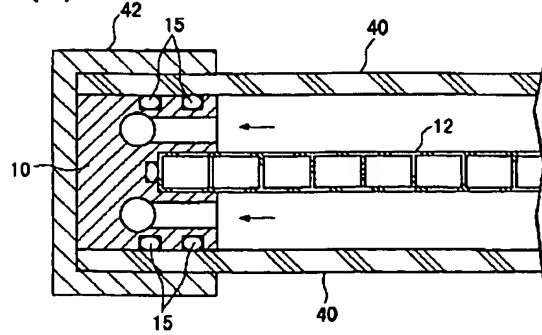


【図11】

(a)



(b)



フロントページの続き

(72)発明者	大月 利	Fターム(参考)	2B104 EF03
	東京都港区西新橋2-8-11 財団法人地		4B029 AA02 DA04 DB11 DB19 DD01
	球環境産業技術研究機構内		DF01 DF06 DG06 DG08
(72)発明者	蔵野 憲秀		4D002 AA09 AC10 BA02 BA20 CA06
	東京都港区西新橋2-8-11 財団法人地		DA70 FA10 GA03 GB11
	球環境産業技術研究機構内		